



ESTIMAÇÃO DA UMIDADE E °BRIX EM PITAYA USANDO NIR PORTÁTIL E QUIMIOMETRIA

Palavras-Chave: pitaya, espectroscopia de infravermelho próximo, quimiometria.

Autores/as:

Giovanna Souza Cavalcanti Universidade Estadual de Campinas

Prof.^a Dr.^a Douglas Fernandes Barbin Universidade Estadual de Campinas

INTRODUÇÃO:

A pitaya-rosa de polpa vermelha é uma fruta tropical originária do continente americano, também chamada apenas de 'pitaia-vermelha' e apresenta aceitação crescente nos mercados consumidores, sendo uma planta com casca e polpa vermelha/arroxeadas. Sua aparência exótica, sabor doce e suave, polpa firme e suas características nutricionais e funcionais tornam seu cultivo considerado promissor (MARQUES et al., 2011). De acordo com a espécie, seus frutos podem apresentar características físicas e químicas diversificadas quanto ao formato, presença de espinhos, cor da casca e da polpa, teor de sólidos solúveis e pH na polpa, reflexo da alta diversidade genética desta frutífera (LIMA et al., 2013). A informação em relação ao conteúdo de nutrientes e de outros componentes de alimentos, *in natura* e processados, é necessária para a elaboração de programas nos campos da nutrição, saúde e educação, além de agricultura, indústria e marketing de alimentos (BRESSANI, 1990). Métodos tradicionais de análise de parâmetros de qualidade em frutas são demorados, a maioria implica em destruição das amostras, são realizados em um número restrito de frutas, normalmente não representativo do lote ou do pomar, alguns são baseados em técnicas subjetivas, além do excessivo uso de reagentes. Sendo assim, o uso de técnicas que possam viabilizar tal estudo, como por exemplo, tecnologias vibracionais, se torna interessante. Dentre essas técnicas, podemos destacar a espectroscopia de infravermelho próximo (NIR).

NIR é uma técnica analítica que tem sido usada como meio de estudo na indústria alimentícia, uma vez que correlaciona valores de referência dos parâmetros de interesse obtidos por meio de métodos físico-químicos de laboratório com os espectros da amostra. Essa técnica apresenta algumas desvantagens, como a dependência em um método de referência e a fragilidade para componentes menores (BÜNING-PFAUE et al., 2003). Em contrapartida, além de não exigir tanto preparo de amostra, esta técnica é não destrutiva, podendo ser uma alternativa para aplicação em controle de processo na indústria, recebimento de matéria prima, controle de qualidade, pesquisa, entre outros (MCCLURE, 2003). Neste estudo, foi utilizado um espectrômetro portátil NIR, o qual é de baixo custo e transportável, para estimar o conteúdo de umidade e °Brix em frutos de pitaya sem destruir amostras. A análise de regressão de mínimos quadrados parciais (PLSR) permitiu estimar o conteúdo de umidade e °Brix em pitaya com um erro de 2.4% e 1.16, respectivamente.

METODOLOGIA:

A aquisição de espectros NIR na faixa de 902 - 1698 nm, com intervalos de 4 nm, foi realizada em modo de absorbância, diretamente na casca, por meio de espectrômetro portátil (DLPR NIRscanTM Nano, Texas Instruments, EUA), com uma lâmpada de halogênio de 10 W, e Software NIRscanTM Nano. Para cada amostra foram feitas três medições e 10 réplicas para cada medição e foram registrados, em diferentes posições ao longo da fruta, a fim de obter uma melhor representação das amostras. Nas análises físicas e físico-químicas foram obtidos, a partir das amostras: comprimento (cm), diâmetro (cm) e espessura de casca (mm), obtidas através de paquímetro; teor de umidade (g/100g), feita em estufa a 105° C até peso constante; sólidos solúveis (°Brix), obtido por meio de refratometria, utilizando um refratômetro óptico; pH, medido em pHmetro digital; acidez titulável (mg de ác. málico/100 mL de suco), determinado por meio da titulação de 10 mL de suco homogeneizado com 90 mL de água destilada, utilizando-se como titulante solução de NaOH 0,1 N, adicionando a amostra três gotas de fenolftaleína a 1% como indicador. Após as leituras das variáveis (firmeza da polpa e sólidos solúveis) realizadas em todos os pontos, foram realizadas as avaliações destrutivas (de referência) separadamente considerando os mesmos pontos das frutas (BETEMPS; *et. al.*, 2011).

Os espectros gerados e os valores obtidos pelo método de referência das amostras foram utilizados para a obtenção das calibrações (BETEMPS; *et. al.*, 2011). Foi utilizado o software NIRscanTM Nano para aquisição dos espectros.

A regressão parcial dos mínimos quadrados (PLSR) foi aplicada usando espectros NIR como preditores para cada característica analisada. O desempenho dos modelos de regressão foi avaliada pelos seguintes determinantes: número de variáveis latentes (LV), erro quadrado médio da raiz (RMSE) para calibração (RMSEC), validação cruzada (RMSECV) (Skibsted *et al.*, 2004), desvio preditivo residual (RPD) e a razão de erro de faixa (RER) (Barbin *et al.*, 2015). RPD é útil para avaliar em geral desempenho de modelos de previsão, onde $RPD < 1,5$ indica modelo inutilizável, $1,5 < RPD < 2,0$ afirma que o modelo pode distinguir entre valores altos e baixos, $2,0 < RPD < 2,5$ sugere um modelo com previsões quantitativas aproximadas possíveis, $2,5 < RPD < 3,0$ indica um bom modelo de previsão e, $RPD > 3$, indica excelente capacidade preditiva do modelo (Saeys *et al.*, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Foram pré-processados os dados espectrais das médias dos cinco pontos de observação da pitaya através da variação normal padrão (SNV) para a eliminação de efeitos atribuídos ao espalhamento da luz. Além do pré-processamento SNV realiza-se a maximização dos picos do gráfico, nos gráficos 1 e 2 dispostos os dados referentes as temperaturas de 15 e 25°C.

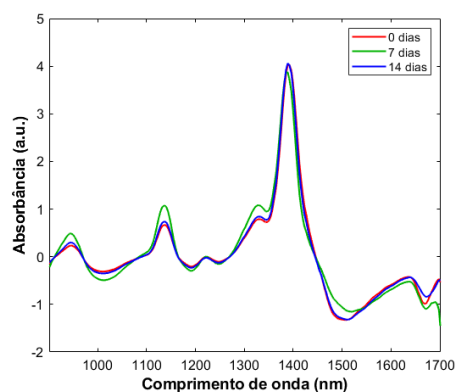
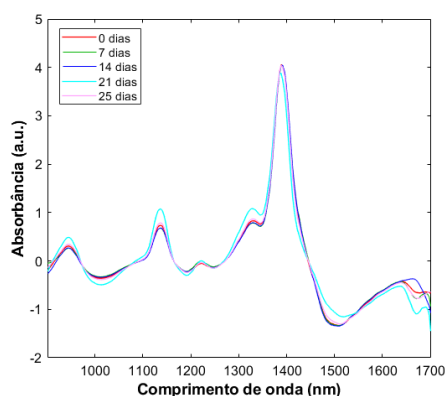


Figura 1: Espectro médio dos 5 pontos com maximização de picos à 15°C. Figura 2: Espectro médio dos 5 pontos com maximização de picos à 25°C.

Através dos picos de leitura pode-se observar a quantidade dos componentes presentes nas amostras e, através dessa quantidade, são diferenciadas as amostras de cada dia de armazenamento. Observa-se então que as análises de NIR são suficientes para caracterizar e diferenciar as amostras de pitaya dependendo da quantidade de dias em que esta permaneceu armazenada.

Na Figura 3, estão representadas as propriedades físico-químicas (teste de Tukey, $p < 0,05$), com destaque as médias de valores de pH, TSS, TTA, umidade e compostos fenólicos de todas as amostras de pitayas, do dia 0 ao dia 25.

Table. All samples from day 0 to 25.										
Analyse/Day	0		7		14		21		25	
	Min - Max	Mean \pm SD	Min - Max	Mean \pm SD	Min - Max	Mean \pm SD	Min - Max	Mean \pm SD	Min - Max	Mean \pm SD
TSS	10.10 - 12.95	11.74 ^A \pm 0.72	8.95 - 13.20	11.29 ^{AB} \pm 1.32	8.45 - 14.70	10.92 ^{AB} \pm 0.78	9.25 - 12.45	11.08 ^{AB} \pm 0.78	8.50 - 12.80	10.54 ^B \pm 1.26
pH	3.62 - 4.37	3.97 ^D \pm 0.20	3.88 - 4.79	4.44 ^C \pm 0.21	4.77 - 5.60	5.13 ^B \pm 0.11	4.86 - 5.37	5.05 ^B \pm 0.11	5.17 - 5.57	5.35 ^A \pm 0.13
TTA	1.21 - 2.35	1.79 ^A \pm 0.31	0.73 - 1.60	1.09 ^B \pm 0.17	0.53 - 1.02	0.75 ^C \pm 0.09	0.65 - 0.93	0.76 ^C \pm 0.09	0.44 - 0.72	0.53 ^D \pm 0.07
moisture	78.61 - 89.24	85.56 ^A \pm 2.83	76.51 - 92.65	87.09 ^A \pm 2.68	78.93 - 90.01	86.20 ^A \pm 3.91	70.48 - 89.60	86.01 ^A \pm 3.91	83.40 - 91.27	86.86 ^A \pm 1.96
phenolic comp.	0.54 - 0.87	0.70 ^{AB} \pm 0.08	0.63 - 4.17	0.85 ^A \pm 0.63	0.59 - 0.88	0.75 ^{AB} \pm 0.06	0.64 - 0.84	0.75 ^{AB} \pm 0.06	0.49 - 0.71	0.61 ^B \pm 0.07

As amostras das pitaya vermelhas apresentaram alto teor de umidade, condizendo com os resultados encontrados por Le Bellec e colaboradores (2006), pois, segundo os autores, esse teor varia de 82 a 88%. De acordo com Rufino (2007) os valores de pH da polpa da pitaya vermelha variam de 4,3 a 4,7, sendo esse valor menor no dia zero, condizente no dia sete e maior nos dias 14, 21 e 25. Brunini e Cardoso em 2011, estudaram o armazenamento de pitaya vermelha a 13°C por 25 dias e observaram um aumento do valor de pH de 4,60 a 5,8, resultado coerente com o apresentado neste trabalho.

O índice de acidez encontrado para a pitaya vermelha foi superior aos obtidos por Oliveira e colaboradores (2004), com valores de acidez de 0,21% em frutos da cactácea mandacaru (*Cereus jamacaru*) e indica bom sabor e doçura em frutos de pitaya vermelha a partir do dia sete, de acordo com a pesquisa realizada por Nerd e colaboradores (1999), na qual os autores observaram que a acidez titulável inferior a 1%. Sendo assim, o valor superior encontrado no presente trabalho quando comparado a outras espécies de pitaya, corresponde ao tempo de maturação dos frutos.

Os sólidos solúveis totais são usados como índice de maturidade para alguns frutos e indicam a quantidade de substâncias que se encontram dissolvidas no suco, constituído na sua maioria de açúcares. O valor de sólidos solúveis encontrado nas amostras de pitaya vermelha condiz com os resultados apresentados por Wu e colaboradores (2006) em polpas de pitaya vermelha (11,1 °Brix) a partir do dia 7. Para Wanitchang e colaboradores (2010), frutos com leitura de °Brix superior a 12% e 13% apresentam melhor aceitabilidade para o consumo.

Wu e colaboradores (2006) verificaram em seus estudos que os conteúdos fenólicos totais da polpa e da casca da pitaya são semelhantes, assim como o conteúdo de flavonóides, o que indica que a polpa e a casca da fruta apresentam-se ricas em polifenóis e são boas fontes de antioxidantes

A Figura 4 mostra os modelos PLSR para prever a umidade e °Brix em pitaya usando o Nir portátil. Os valores baixos para RMSEC e RMSECV reportados na figura 4 justifica a aplicação do NIR. Usando o valor de RMSECV e o desvio padrão dos valores umidade e °Brix foi calculado o RPD. Os valores encontrados para o RPD da umidade foi de 1,22 enquanto para o °Brix foi de 1,12, sugerindo que nesse modelo a diferença entre o maior e o menor valor podem ser previstos usando NIR portátil e PLSR (Saeys, 2005). Por outro lado, para os °Brix e umidade os valores de R^2 (0,3 para umidade e 0,22 para °Brix) foi muito baixo, devido a que o rango dos valores encontrados para umidade e °Brix é foi muito pequeno (Rambo et al., 2013).

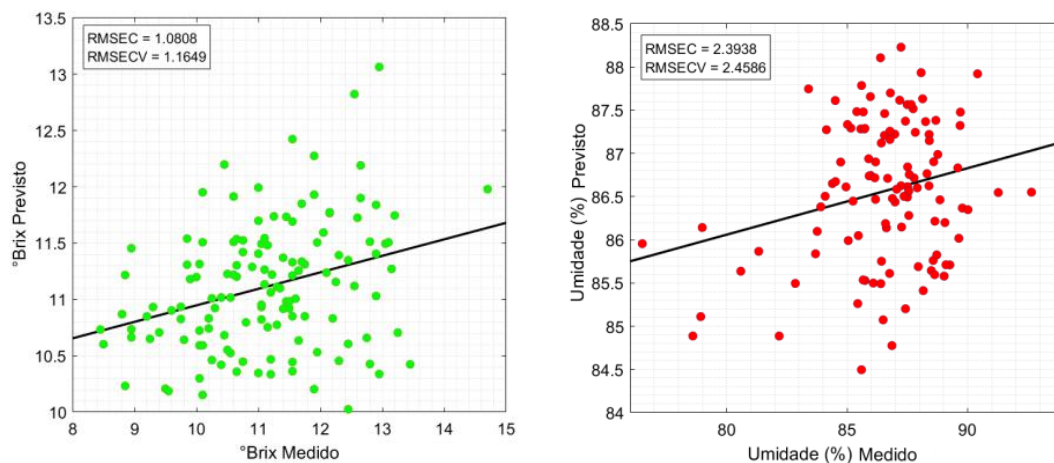


Figura 4: Modelos PLSR com melhor desempenho para °Brix e Umidade

CONCLUSÕES:

Do presente trabalho foi possível concluir que a análise de regressão de mínimos quadrados parciais (PLSR) permitiu estimar o conteúdo de umidade e °Brix em pitaya com uma taxa de erro baixa. Os resultados mostram que é possível implementar um sistema no destrutivo baseado num NIR portátil para monitorar a qualidade da pitaya.

BIBLIOGRAFIA

BETEMPS, D. L.; *et. al.* **Utilização da espectroscopia VIS/NIR para estimar sólidos solúveis e firmeza da polpa durante a maturação de pêssegos.** Revista Ciência Rural. Santa Maria, 2011.

BÜNING-PFAUE, H. **Analysis of water in food by near infrared spectroscopy.** Food Chemistry, v.82, p.107–115, 2003.

BRESSANI R. **Report on LATINFOODS.** The United Nations University Press. Food and Nutrition Bulletin, vol.12, n.2, 1990. Tóquio [out 2004].

BRUNINI M., Cardoso SS. **Qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas.** Revista Caatinga, Mossoró. 2011 jul-set; v. 24, n. 3, p. 78- 84.

LE BELLEC F., VaillantT F. et al. **Pitahaya (Hylocereus spp.): a new fruit crop, a market with a future.** Fruits, Paris. 2006 july-aug; v. 61, n. 4, p. 237-250.

LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COHEN, K. O.; GUIMARÃES, T. G. **Características físico-químicas, polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de pitaias comerciais e nativas do cerrado.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 565-570, 2013.

MARQUES, V. B.; MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; SILVA, F. O. R. **Fenologia reprodutiva de pitaiá-vermelha no município de Lavras-MG.** Ciência Rural, Santa Maria, v.41, n.6, p.984-987, 2011.

RAMBO, M.K.D., Amorim, E.P., Ferreira, M.M.C., 2013. **Potential of visible-near infrared spectroscopy combined with chemometrics for analysis of some constituents of coffee and banana residues.** Anal. Chim. Acta 775, 41–49. 660 <https://doi.org/10.1016/j.aca>.

RUFINO M., Alves RE, Brito ES, Morais SM. Sampaio CG, Pérez-Juménez J. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH.** Embrapa Com Téc. 2007;127:1-4.

MCCLURE, W.F. **204 years of Near Infrared: 1800-2003.** Journal Near Infrared Spectroscopy, v.11, p.487-518, 2003.

NERD A., Mizrahi Y. **Effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitaiá.** Postharvest Biology and Technology. 1999; v. 15, n. 2, p. 99-105.

OLIVEIRA F., Alexandre HV, Figueirêdo RMF, Queiroz AJM, Oliveira AR. **Características físico-químicas da polpa e casca do fruto do mandacaru.** In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 19. 2004, Recife. Anais... Recife: Centro de Convenções de Pernambuco, 2004. CDROM.

WU LC, Hsu HW, Chen YC, Chiu CC, Lin YI, Ho JA. **Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaiá.** Food Chem. 2006; 95:319–27.

WANITCHANG J. et al. **Maturity sorting index od dragon fruit: Hylocereus polyrhizus.** J Food Eng. 2010; v. 10, n. 3, p. 409-416.